Fisheries and Oceans Science | Pêches et Océans Sciences

CSAS

Canadian Stock Assessment Secretariat

SCÉS

Secrétariat canadien pour l'évaluation des stocks

Research Document 2000/150

Document de recherche 2000/150

Not to be cited without permission of the authors [1]

Ne pas citer sans autorisation des auteurs [1]

Effe[illegible]f soak time on catch per unit effort using longline and gillnets for the Northern Gulf of St. Lawrence cod stock

Effets du temps d'immersion sur les prises par unité d'effort des filets maillants et de la palangre pour le stock de morue du nord du golfe du Saint-Laurent

Marthe Bérubé, Hugo Bourdages and Alain Fréchet

Fish and Marine Mammals Division
Department of Fisheries and Oceans
Maurice Lamontagne Institute
850 route de la Mer
Mont-Joli, Quebec
G5H 3Z4

Marthe Bérubé, Hugo Bourdages et Alain Fréchet

Division des poissons et des mammifères marins
Ministère des Pêches des Océans
Institut Maurice-Lamontagne
850 route de la Mer
Mont-Joli, Québec
G5H 3Z4

[1] This series documents the scientific basis for the evaluation of fisheries resources in Canada. As such, it addresses the issues of the day in the time frames required and the documents it contains are not intended as definitive statements on the subjects addressed but rather as progress reports on ongoing investigations.

[1] La présente série documente les bases scientifiques des évaluations des ressources halieutiques du Canada. Elle traite des problèmes courants selon les échéanciers dictés. Les documents qu'elle contient ne doivent pas être considérés comme des énoncés définitifs sur les sujets traités, mais plutôt comme des rapports d'étape sur les études en cours.

Research documents are produced in the official language in which they are provided to the Secretariat.

Les documents de recherche sont publiés dans la langue officielle utilisée dans le manuscrit envoyé au Secrétariat.

This document is available on the Internet at: Ce document est disponible sur l'Internet à:
http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas/

ISSN 1480-4883
Ottawa, 2000

Canada

ABSTRACT

In the case of Northern Gulf cod, the catch per unit effort (CPUE) values for gillnets and longlines under the Sentinel Fisheries Program are used as a complementary index to the abundance assessment. The aim of this study was to determine the effect of soak time on the CPUE for these gear types. The data used came from the results of the Sentinel Fisheries Program between 1995 and 1999, and from 'Index Fishermen's Program for the 1990 –1993 period.. We have endeavoured to provide a more current picture of a potential significant link between the soak time and the catch per unit effort by drawing a trend curve, and by performing non-linear regressions on aggregated data. Subsequently, by using a multiplicative model of variance, we tested the integration of the soak time in the model and the effect of data suppression on the model. We concluded that, since none of these methods showed that soak time is a significant factor, the CPUE values do not have to be adjusted, nor does this variable need to be included in the models to correct for differences in soak time.

RÉSUMÉ

Pour la morue du nord du golfe, les prises par unité d'effort (PUE) des filets maillants et de la palangre du programme des Pêches Sentinelles sont utilisées comme des indices complémentaires à l'évaluation de l'abondance. La présente étude vise à déterminer l'impact du temps d'immersion sur les PUE de ces engins. Les données utilisées proviennent du programme des Pêches Sentinelles réalisées entre 1995 et 1999, et du programme Pêcheurs Repères pour la période entre 1990 et 1993. Nous avons tenté de mettre à jour un lien significatif possible entre le temps d'immersion et la prise par unité d'effort en traçant une courbe de tendance, et par le calcul de régressions non linéaire sur des regroupements de données. Ensuite, à partir d'un modèle multiplicatif de la variance nous avons testé l'intégration du temps d'immersion dans le modèle et l'effet de la suppression de données sur ce modèle. Nous concluons que puisque aucune de ces méthodes n'établit que le temps d'immersion est un facteur significatif, il n'est pas nécessaire de faire des ajustements aux PUE, ni d'inclure cette variable dans les modèles pour corriger les différences de temps d'immersion.

INTRODUCTION

The assessment of the Northern Gulf of St. Lawrence cod stock relies on 3 mobile gear stratified random surveys using a bottom trawl; a survey conducted in August aboard the research vessel *Alfred Needler*, and two annual mobile gear surveys done by Sentinel Fishery program in July and October. These surveys cover most of the trawlable area except for the coastal zone at depths of 50 meters or less than 50 metres. This area is sampled by the fixed gear sentinel fishermen.

In order to have a more accurate picture of the state of the resource, it was agreed that the CPUEs obtained for longlines and gillnets under the Sentinel Fisheries Program would be used as an index to complement the three abundance surveys (Fréchet, A., Schwab, P. 1988).

These new indices are now included in the sequential population analysis used to estimate the cod stock's biomass. The standardized catch rates are calculated as the total catch divided by the total effort, and expressed as kg per 1000 hooks for longlines and as kg per net for gillnets. We use the number of fishing gear used per fishing activity as a unit of effort. This rate is then standardized to take account of seasonality differences (month) and spatial differences (zone) per year.

In population dynamics, it is crucial to have comparable time series in which the factors affecting catchability and changes in resource availability are identified and controlled. The fixed-gear CPUEs are affected by the fishing capacity of the gear, which may in turn be affected by soak time.

The main goal of this study is to evaluate the effect of soak time on the catch rates for gillnets and longlines under the Sentinel Fisheries Program for the Northern Gulf of St Lawrence cod.

INTRODUCTION

L'évaluation de l'abondance de la morue (*Gadus morhua*) du nord du golfe Saint-Laurent est réalisée à partir des données recueillies lors de 3 relevés annuels de type stratifié aléatoire au chalut de fond; le relevé d'août à bord du navire de recherche *Alfred Needler* et deux relevés annuels des Pêches Sentinelles (engins mobiles) de juillet et d'octobre. Ces relevés couvrent l'ensemble du territoire chalutable sauf la portion côtière de 50 mètres de profondeur et moins. Cette zone est couverte par les pêcheurs sentinelles utilisant des engins fixes.

Afin d'avoir une image plus précise de l'état de la ressource, il a donc été convenu d'utiliser les prises par unité d'effort (PUE) des palangres et des filets maillants effectuées par le programme des Pêches Sentinelles comme indices complémentaires aux trois relevés d'abondance (Fréchet, A. Schwab, P. 1998.)

Ces deux nouveaux indices sont maintenant inclus dans l'analyse de populations virtuelles utilisée pour l'estimation d'abondance du stock. Les PUE normalisées sont calculés comme le total de la capture sur l'effort total et exprimé en kg par 1000 hameçons pour la palangre et en kg par filet pour le filet maillant. On utilise le nombre d'engins de pêche par activité de pêche comme unité d'effort. Ce taux est ensuite normalisé pour tenir compte des différences de saisonnalité (mois) et les différences spatiales (zones) par année

Un enjeu important en dynamique des populations est d'avoir des séries de données importantes et comparables entre elles, où tous les facteurs qui influencent la capturabilité et les changements dans la disponibilité de la ressource pourraient être identifiés et contrôlés. Les PUE de la pêche par engins fixes sont influencées par son pouvoir de pêche, qui pourrait être influencé à son tour par le temps d'immersion.

Le but du présent document est d'évaluer l'influence du temps d'immersion sur les PUE de la palangre et des filets maillants des activités du programme Pêches Sentinelles pour la morue du nord du golfe Saint-Laurent.

MATERIAL AND METHODS

Data Sources

The data used were collected during the Sentinel fisheries in the Northern Gulf of St. Lawrence from 1995 to 1999 [1] and, to a lesser extent, from the Index Fishermen's Program between 1990 and 1993 (Table 1 and Figure 1). The fishing grounds cover the west coast of Newfoundland and the lower North Shore of Quebec .There are 25 to 30 [2] sites along the west coast of Newfoundland, and 17 to 20 sites along the North Shore of Quebec. To simplify the analyses, this area was sub-divided into six areas representative of the fishery (Figure 2). Area 1 is the southern shore and corresponds to NAFO area 3Pn; area 2 is the southern part of the west coast of Newfoundland; area 3 is the northern part of the west coast of Newfoundland; and area 4 is the Strait of Belle-Isle. The North Shore is divided into two areas: area 5 starts at the eastern tip of the province and ends at Ha! Ha! Bay; area 6 covers the region to the west as far as Sept-Iles [3]. Some 8,160 fishing activities were recorded in the Sentinel Fisheries, and 1,586 activities in the Index Fishermen's Program.

Sentinel fisheries using gillnets and longlines apply a protocol which is similar to traditional fishing, but with certain restrictions on the number of gear items, the soak time and the number of trips per week that are allowed. For each fishing trip, details of the fishing activities (vessel name, date, position, zone, depth, gear type, number of gear, mesh size, soak time) and on the catch (sorting of species, weight of fish caught) are recorded on forms. For cod, the sampling effort also includes recording the size frequencies and otolith data.

The data for the period 1990 to 1993 come from the Index Fishermen's Program, which served to monitor the commercial fishery, in which catch and effort data were recorded in logbooks.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Source des données

Les données utilisées ont été recueillies dans le cadre du programme des Pêches Sentinelles du nord du golfe du St-Laurent réalisé entre 1995 et 1999 [1] et, dans une moindre mesure, du programme des Pêcheurs Repères pour la période comprise entre 1990 et 1993 (Tableau 1 et Figure 1). L'ensemble des territoires de la côte ouest de Terre-Neuve et de la Côte Nord du Québec est couvert. On retrouve de 25 à 30 [2] sites de pêche sur la côte ouest de Terre-Neuve, tandis que la côte Nord comprend de 17 à 20 sites [2]. Afin de faciliter les analyses, ces territoires ont été découpés en six zones représentatives de la pêche (Figure 2). La zone 1 correspond à la zone OPANO 3Pn, la zone 2 à la partie sud de la côte ouest de Terre-Neuve, la zone 3 à la partie nord de la côte ouest de Terre-Neuve, la zone 4 au Détroit de Belle-Isle. La Côte-Nord du Québec est divisée en deux zones ; la zone 5 de la limite est du Québec jusqu'à la Baie des Ha! Ha! et la zone 6 qui couvre vers l'ouest le territoire jusqu'à Sept-Îles [3]. Les données proviennent de 8 160 activités de pêche pour le programme des Pêches Sentinelles et 1 586 activités pour le programme des Pêcheurs Repères.

Les Pêches Sentinelles aux filets maillants et à la palangre sont réalisées à partir d'un protocole qui reproduit la pêche traditionnelle, mais avec certaines contraintes quant au nombre d'engins, au temps d'immersion et au nombre de sorties par semaine. Pour chaque sortie, la description de l'activité de pêche (nom du bateau, date, position, zone, profondeur, type d'engin, nombre d'engin, maillage, temps d'immersion) et les informations concernant la capture (tri à l'espèce, le poids capturé) sont notées sur un formulaire. Pour la morue, l'échantillonnage comporte également les fréquences de taille et les otolithes.

Les données pour la période de 1990 à 1993 proviennent du programme Pêcheurs Repères. Ce programme effectuait un suivi de la pêche commerciale à partir de livre de bord, où les informations de capture et d'effort ont été consignées.

Data analysis

The data for gillnets and longlines were treated separately for two key reasons: first, the soak time is usually different for these two gear types and they behave differently in response to factors such as saturation and predation.

The soak time for gillnets and longlines is defined as the period between immersion and retrieval of the gear.

Analyses des données

Les données ont été traitées séparément pour les filets maillants et la palangre pour deux raisons : premièrement, le temps de pêche est traditionnellement différent pour chaque engin et, deuxièmement, les engins sont affectés différemment par plusieurs facteurs comme la saturation, la prédation, etc.
Le temps d'immersion pour la palangre et le filet maillant est défini, comme étant la période entre la mise à l'eau et la sortie de l'eau.

Data aggregation and application of the LOWESS curve

We plotted catch rates (CPUEs) against soak time for each gear, area and month to take into account any seasonal changes in catchability in both time and space. The January to June period and the November to December periods were grouped together, because of the limited fishing activity during these periods. We applied a non-parametric trend curve (LOWESS) to each cell. Afterwards we compiled the CPUEs by area and year, and by area and month in order to assess seasonal and annual effects (Figures 3 to 6).

Regroupement des données et tracé de la courbe LOWESS

Les relations entre les PUE et le temps d'immersion ont été examiné avec les données regroupées par engin, par zone, par mois pour chacune des années pour diminuer l'effet saisonnier et respecter les différences de capturabilité dans le temps et dans l'espace. Les mois de janvier à juin inclusivement et les mois de novembre et décembre ont été regroupés puisque ces périodes représentent peu d'activités de pêche. Nous avons tracé une courbe de tendance non paramétrique LOWESS (Ryan, 1997) pour chaque cas. Dans un deuxième temps, avons également compilé les PUE par zone et année et par zone et mois pour mettre en évidence, cette fois-ci, l'effet annuel et saisonnier. (Figures 3 à 6)

The same procedure was followed for the Index Fishermen's Program data. Despite the smaller number of observations and lower sampling frequency, this provided a means of comparing the Sentinel Fisheries with the commercial fishery. (Figures 7 to 10).

Nous avons refait le même exercice avec les informations des Pêcheurs Repères. Bien que ce programme dispose d'une couverture moins complète et que la fréquence d'échantillonnage soit moindre, la comparaison permet d'évaluer les Pêches Sentinelles par rapport à une situation de pêche commerciale(Figures 7 à 10)

Non-linear regression models

Two non-linear regression models were chosen to examine the potential link between CPUE and soak time for the fishing gear. The models used were:

Modèles de régression non linéaire

Deux modèles de régression non linéaire ont été choisis afin d'examiner le lien possible entre la PUE et la durée d'immersion de l'engin de pêche. Les modèles retenus sont :

Model 1. $CPUE = ab + a(t-b)e^{-ct}$
(Zhou and Shirley, 1997)

Modèle 1. $PUE = ab + a(t-b)e^{-ct}$
(Zhou et Shirley, 1997)

Model 2. $CPUE = a(1-e^{-bt})$
(Hansen *et al.*, 1998)

Modèle 2 $PUE = a(1-e^{-bt})$
(Hansen *et al.*, 1998)

where *t* represents soak time and *a*, *b* and *c* are

où *t* représente le temps d'immersion, et *a*, *b*, *c*

estimated parameters.

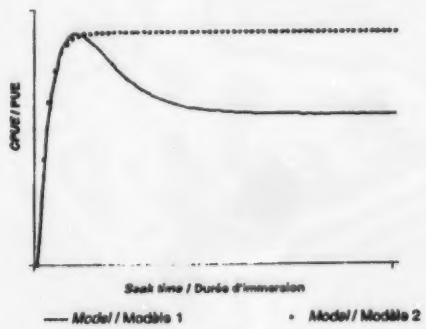
sont les paramètres à estimer.

Zhou and Shirley (1997) applied model 1 to estimate the relationship between catch and soak time for a trap fishery. One of the particularities of the model is that, from a certain point, *t*, the catch is smaller than at time *t-1*, due to individuals that escape. Moreover the catch at an indefinite time is asymptotic. In our case, longline and gillnet catches may decline due to predation. There may also be a decline in gear efficiency due to a reduction in bait attractiveness with longlines or due to increased visibility of gillnets. Although Zhou and Shirley used model 1 with trap catches, we believe that the model can be applied to longlines and gillnets.

Zhou et Shirley (1997) ont appliqué le modèle 1 dans le but d'exprimer la relation entre la capture et le temps d'immersion pour des pêcheries à la trappe (unité d'effort). Une des particularités de ce modèle est qu'après un certain temps *t*, il y a moins de capture qu'au temps *t*-1, cette observation s'explique par le fait que certains poissons peuvent réussir à s'échapper. De plus, la capture à un temps infini est asymptotique. Dans notre cas, la diminution de PUE peut être due à la prédation. Il peut aussi y avoir une perte d'efficacité de l'engin de pêche, soit par une diminution de l'effet attractif de l'appât ou par l'augmentation de la visibilité des filets. Même si Zhou et Shirley 1992 ont appliqué le modèle 1 à des données de pêche à la trappe, nous croyons que le modèle peut aussi s'appliquer, à la palangre et aux filets maillants.

More recently, Hansen et al. (1998) conducted experimental gillnet fishing to estimate soak time effects on CPUE and used model 2. In that model, after a given time, *t*, the gillnet is incapable of catching more fish as a result of gear saturation.

Plus récemment, Hansen *et al.* (1998) ont utilisé le modèle 2 dans le cas d'une pêche expérimentale aux filets maillants pour déterminer l'importance du temps d'immersion sur la PUE. Dans ce modèle, après un certain temps *t*, le modèle atteint une asymptote, le filet étant saturé.



Theoretical representation of both models used

Représentation théorique des deux modèles utilisés

From the area and month aggregates and area and year aggregates, we were able to derive catch rates according to soak time with both models in order to verify the relationship between CPUE and soak time. (Figures 11 to

À partir des groupements de données par zones et mois ou par zones et années, nous avons utilisé ces deux modèles en fonction des temps d'immersion, dans le but de vérifier sa relation entre le PUE et le temps d'immersion.

14)

Soak time effects on standardized CPUE

Soak time was used as a factor to standardize CPUE through the use of a multiplicative analysis of variance model called Windstan (Gavaris, 1980) This was done in order to examine the soak time effect within the model. The analysis was done on the raw data. To deal with the problem of zero catches, a kilogram was added to the CPUE (1 net or 1000 hooks). The factors used to standardize the results were the areas, months, years and soak time categories. In an initial step, the model was tested with the first three factors, and then the soak time was added to the model (Figure 15).

Effects of deleting catch rates that did not adhere to the protocol

Another way of considering the effect of soak time on catch rates is to compare the CPUE values for observations where the soak time protocol was followed with those for observations not complying with the protocol (4 to 8 hours for longlines and 19 to 24 hours for gillnets). We examined the CPUE and soak time effects for three different categories:

1. All observations adhering to the protocol.
2. All observations did not follow protocol.
3. All observations, which includes all observations of soak time.

All three categories were standardized with Windstan by area and month, using the same standards for each analysis (Figure 16).

RESULTS

Since 1995, most (69%) of the gillnet activities conducted under the Sentinel Fisheries Program complied with the protocol (soak times of 19 to 24 hours), and 63% of longline fishing conducted under the program followed the protocol, 4 to 8 hours of soak time (Table 1 and

(Figures 11 à 14)

Effet de la variable temps d'immersion sur les valeurs standardisées des PUE

Un modèle multiplicatif de l'analyse de variance mis au point par Gavaris (1980) avec le programme Windstan [4] a été utilisé afin de tester l'effet de la variable temps d'immersion comme facteur pour standardiser les PUE. L'analyse a porté sur des données non regroupées. Pour pallier au problème des captures nulles, un kilogramme a été ajouté à la PUE (1 filet ou 1000 hameçons). Les facteurs utilisés pour la normalisation des résultats ont été les zones, les mois, les années et les catégories de temps d'immersion. Comme première étape, le modèle a été testé avec les trois premiers facteurs ensuite le temps d'immersion a été ajouté au modèle (Figure 15).

Effet de la suppression des observations qui ne respectent pas le protocole

Un autre moyen de considérer le facteur temps d'immersion dans le calcul des PUE est de comparer les taux obtenus de l'ensemble des données avec les données qui respectent essentiellement les standards de temps d'immersion (entre 4 et 8 heures pour la palangre et de 19 à 24 heures pour le filet maillant). Nous avons subdivisé les données en trois séries différentes:

1. Une série qui comprend les activités qui respectent le protocole uniquement.
2. Une série qui exclut les activités qui respectent le protocole.
3. La série complète qui comprend toutes les valeurs de temps d'immersion.

Les trois séries ont été standardisées avec le programme Windstan par zone et par mois en utilisant les mêmes standards pour les trois analyses. (Figure 16)

RÉSULTATS

Depuis 1995, la majorité (69 %) des activités aux filets maillants du programme des Pêches Sentinelles avaient des temps d'immersion entre 19 et 24 heures. Pour la pêche à la palangre, 63 % des activités à la palangre avaient des temps d'immersion entre 4 et 8

Figure 1). With regard to the percentage of activities per category, the interannual pattern is very similar.

Under the Index Fishermen's Program, more than half (51%) of the gillnet activities fell into the same category as for the Sentinel Fisheries; however, more than 40% of the activities fell in the 48 hour and over category. A second mode with a soak time exceeding 23 hours was also found; it may be attributable to environmental factors (bad weather) rather than to a particular fishing strategy. A similar mode was not observed in the Sentinel Fisheries, since the participants make only three fishing trips a week and so can avoid inclement weather.

In the case of longlines, there is a discrepancy between the two series: the range of soak times is larger and more variable for the Index Fishermen's Program. Whereas for the Sentinel Fisheries, the mode is located in the 4 to 8 hour category, the mode for Index Fishermen falls in the 9 to 13 hour category. In the latter case, the soak time is greater because there was no restriction of number of gear that could be deployed and hence more time was spent on the manipulations involved in setting and recovering the gear.

Within a given program, it can be noted that the pattern varies little from year to year. Recent data from the commercial fishery (1997 to 1999) for the same boat type and gear type show values comparable to those observed in the Sentinel Fisheries. These fishing activities are likewise constrained by a strict limit on the number of gear that can be used (pers. comm.).

Data aggregation and application of the LOWESS curve

The effect of soak time for each year was examined by aggregating the data by area and month. For each set of aggregated data, no significant trend was identified through applying the LOWESS curve to the data. In order to analyse larger groups of data and the question of annual and seasonal difference, aggregations were performed; first the data were aggregated by month and analysed by area and year (Figures 3 and 4). Second, the data were

heures (Tableau 1 et Figure 1). Quant au pourcentage d'activités par catégorie, le patron interannuel est très similaire.

Pour le programme des Pêcheurs Repères aux filets maillants plus de la moitié (51 %) se trouvent dans la même catégorie que les Pêches Sentinelles, mais il y a également plus de 40 % des activités qui se retrouvent dans la catégorie 48 heures et plus. Ce deuxième mode après 23 heures, pourrait s'expliquer par des facteurs environnementaux (mauvais temps) plutôt que par une stratégie de pêche. Ce mode n'apparaît pas chez les Pêches Sentinelles puisque ces derniers n'ont que 3 sorties hebdomadaires à faire et peuvent ainsi éviter le mauvais temps.

Dans le cas de la palangre, il existe un certain décalage entre les deux séries, l'étendue des temps d'immersion est plus grande et plus variable chez les Pêcheurs Repères. Le mode se situe dans la catégorie de 4 à 8 heures pour le programme des Pêches Sentinelles, tandis que pour le programme des Pêcheurs Repères, le mode principal se situe dans la catégorie de 9 à 13 heures. Chez ces derniers, le temps de mise à l'eau est plus important puisqu'il n'y avait pas de contraintes quant au nombre d'engins. La période d'immersion s'en trouve prolongée par le temps de manipulation à la mise à l'eau et à la sortie.

D'une année à l'autre, à l'intérieur d'un programme, on observe que le patron est très semblable. Des données récentes de pêches commerciales (1997 à 1999) pour le même engin et le même type de bateau ont des valeurs comparables à celles du programme des Pêches Sentinelles. Ces activités de pêche sont aussi limitées par l'imposition d'un nombre d'engins très restreints (comm. pers.).

Regroupement des données et tracé de la courbe LOWESS

L'effet du temps d'immersion pour chacune des années a été examiné en regroupant nos données par zones et par mois. Pour chaque combinaison de regroupements de données, aucune tendance significative n'a été déterminée au tracé de la courbe de lissage LOWESS. Dans le but d'examiner des regroupements de données plus importants et la question des différences annuelles et saisonnières, les regroupements ont été faits,

aggregated by year, and analysed by area and month (Figures 5 and 6). From this analysis, it was determined that the CPUE values for gillnet and longlines were not significantly affected by soak time.

dans un premier temps, sur les mois et les données ont été examinées par zone et année. (Figures 3 et 4). Dans un deuxième temps, les regroupements ont porté sur les années et ont été examinés par zone et mois. (Figures 5 et 6). Il en ressort que ni les PUE des filets maillants, ni les PUE de la palangre n'ont été affectées significativement.

With the aim of verifying the effect of the more restrictive soak time protocol applied in the Sentinel Fisheries, this exercise was repeated on the data from the Index Fishermen's Program representing the commercial fishery. These data aggregations did not reveal a significant relationship between the CPUE values and soak time (Figures 7 to 10).

Dans le but de vérifier l'effet plus restrictif du temps d'immersion du protocole des Pêches Sentinelles, l'exercice a été répété sur les données qui proviennent du programme des Pêcheurs Repères qui représente la pêche commerciale.
Ces regroupements de données n'ont démontré aucune relation significative non plus entre les PUE et le temps d'immersion (Figures 7 à 10).

Non-linear regression models

The use of non-linear regression on data aggregated by gear, area and month or by gear, area and year did not permit the detection of a soak time effect on CPUE. A linear correction factor for soak time cannot be applied to the data since there is no significant relationship to allow this.

Modèles de régression non linéaire

L'application des modèles de régression non linéaire sur les regroupements des données par engin, zone et mois ou par engin, zone et année n'a pas permis de faire de lien entre la durée d'immersion de l'engin de pêche et la PUE. Une correction linéaire pour le temps d'immersion ne peut être appliquée sur les données puisqu'il n'existe aucune relation significative dans ce sens.

Effect of soak time on standardized CPUE

The use of a multiplicative analysis of variance model to standardize the data makes it possible to incorporate different dummy variables into the catch rates. Soak time is a significant parameter but contributes marginally to the analysis of variance. For gillnet activities, the coefficient of determination (R^2) of the analysis including area and month was 0.12; this coefficient increases to 0.13 when soak time is added as a factor. The area is the factor that contributes most to explaining the variance, followed by month and year. Soak time is a significant factor, but contributes little to explaining variance. In the case of the longline, the R^2 value was the same (0.57) for the model including area and month and year, regardless of whether soak time is included or not. Both models show similar annual trends (Figure 15). The residuals for all these models were examined and found to be normal

Effet de la variable temps d'immersion sur les valeurs standardisées de PUE

L'utilisation d'un modèle multiplicatif de l'analyse de variance pour la normalisation des données permet d'incorporer à l'effort différentes variables auxiliaires. Pour les activités aux filets maillants, le coefficient de détermination (R^2) de l'analyse comprenant la zone, le mois et l'année est de 0,12. Il passe à 0,13 si on ajoute le temps d'immersion comme facteur. La zone étant le facteur qui contribue le plus à l'explication de la variance suivit par le mois et l'année. Le temps d'immersion est un facteur significatif, mais qui contribue très peu. Quant aux activités à la palangre on obtient le même R^2 (0,57) pour le modèle comprenant la zone et le mois et l'année avec ou sans l'ajout du temps d'immersion. Les deux modèles présentent les mêmes tendances annuelles (Figure 15). Pour tous ces modèles l'examen des résiduels a été effectué et ils étaient normalement répartis.

Within the Sentinel Fisheries, there is virtually

À l'intérieur du programme des Pêches

no difference for gillnets and longlines. With regard to the difference for longlines according to the Index Fishermen's Program data for 1990 to 1993, the small number of activities for certain combinations of month an year might explain the difference (especially in 1993, the year before the moratorium). The use of soak time as a standardization factor therefore confirms the above results.

Sentinelles, pour le filet maillant et la palangre, les différences sont presque nulles. Quant aux différences pour la série Pêcheurs Repères de 1990 à 1993 pour la palangre, le nombre d'activités très faibles pour certaines combinaisons de mois- année pourrait expliquer la différence (particulièrement en 1993, année pré moratoire). L'utilisation des temps d'immersion comme facteur de standardisation confirme donc les résultats précédents.

Effects of deleting catch rates that did not adhere to the protocol

Removal of the data that did not comply with the protocol made it possible to isolate the effect of soak time. In figure 16, the gillnets show exactly the same trend for the three categories.
The CPUE values for longlines show essentially the same trend, except in 1995 for the category of observations not adhering to the protocol. In the latter case, an inverse trend is noted but the variance is also higher. The use of data that do not comply with the protocol does not affect the general trend in CPUE values. The complete series reflects the general trend.

Effet de la suppression des observations qui ne respectent pas le protocole

La suppression de données ne respectant pas le protocole a permis d'isoler l'effet temps d'immersion. À la figure 16, les filets maillants, ont exactement les mêmes tendances pour les trois séries.
Les PUE de la palangre présentent les mêmes tendances sauf en 1995 pour la série à l'extérieur des standards où la tendance est inverse, mais où la variance est aussi plus élevée. L'utilisation des données qui sont à l'extérieur des standards n'affectent pas significativement la tendance générale des PUE. Les séries complètes reflètent la tendance générale.

DISCUSSION

The relationship between CPUE and soak time is affected by numerous factors. Lokkeborg and Teresa (1996) reviewed many studies on the effect of soak time on gear efficiency. Some studies suggested that catch rates become asymptotic as the soak time increases. In one study on longlines, it was concluded that shorter soak times give higher catch rates; bait items are essential for fishing success and the risk of bait loss increases over time. Other studies indicated that a direct relationship exists, namely, that the catch rate increases steadily with soak time. The amount of soak time may vary in relation to the gear type, the weather, the location, the species, and so on. This makes for many different combinations that have characteristic effects.

DISCUSSION

La relation entre la PUE et le temps d'immersion est influencé par de nombreux facteurs. Lokkeborg et Teresa(1996) ont fait une revue des différentes études qui portent sur l'effet du temps d'immersion sur l'efficacité de la pêche. Plusieurs possibilités ont été observées. Certaines études suggèrent que les taux de capture deviennent asymptotiques avec l'augmentation du temps d'immersion. Une autre étude pour la palangre conclut que des temps d'immersion plus courts donnent de meilleurs taux de captures; les appâts sont essentiels pour que l'engin pêche et les risques de pertes augmentent avec le temps. D'autres études ont aussi démontré qu'il existe une relation directe c'est-à-dire, que la capture augmente à un taux constant avec le temps d'immersion. L'importance du temps d'immersion peut varier en fonction de l'engin, du temps, du lieu, de l'espèce, etc. soit autant de combinaisons qui ont des effets caractéristiques.

According to Sigler (1993), soak time has little effect if resource abundance is high, since the gear will quickly become saturated, limiting the catch. By contrast, soak time can affect the catch if the abundance of the targeted species is low. Soak time thus becomes an important factor if fish continue to be caught after a minimum amount of time. According to a survey of fishermen conducted by Kenchington and Halliday (1994), catches of groundfish peak very rapidly after longlines are set in the water. Lokkeborg and Teresa (1996) showed that very few studies have looked at how catch rates are affected by fishing operations.

Selon Sigler (1993), le temps d'immersion a peu d'effets si l'abondance de poissons est élevée, la saturation de l'engin étant rapide et limite les captures. Par contre, il pourra influencer la capture si l'abondance de l'espèce visée est faible. Le temps d'immersion devient donc un facteur important si la capture de poisson continue après un temps minimum. D'après un sondage réalisé par Kenchington *et* Halliday (1994) auprès des pêcheurs, à la palangre les pics des captures des poissons démersaux se font très tôt à partir de la période qui suit immédiatement la mise à l'eau. Lokkeborg et Teresa (1996), révèlent également que bien peu d'études ont porté sur la façon dont les PUE sont affectés par les opérations de pêche.

Although there is a substantial volume of data and the main factors (annual, seasonal and spatial) were isolated; a significant relationship was not found between soak time and CPUE values. The soak time does not appear to be a factor affecting catch rates. The weight of the catch is not directly proportional to soak time and the effect of soak time may vary as a function of other variables. For example, other factors may have a more pronounced effect that would mask the effect of soak time.

Bien que le volume de données soit considérable, et que les facteurs principaux (annuels, saisonniers et spatiaux) ont pu être isolés, aucune relation significative n'a pu être établie entre le temps d'immersion et les PUE. L'effet du temps d'immersion ne semble pas ressortir clairement comme facteur influençant les PUE. Le poids de la capture n'est pas directement proportionnel au temps d'immersion et son effet peut varier en fonction d'autres variables. Ainsi, d'autres facteurs pourraient avoir un effet plus prononcé, et viendraient masquer les effets du temps d'immersion.

Siegler's study (1993) indicated that applying a corrective factor to catch rates to make up for differences in soak time had only a marginal effect.

De plus, l'étude de Sigler (1993) a démontré que la correction des PUE pour les différences de temps d'immersion n'a qu'un effet léger sur l'indice.

Melindy (1993) reported that fishermen adjust their behaviour in response to the state of the resource. They increase soak time as the season advances. Yet, catches are negatively correlated with soak time.
It is known that short soak times are the norm for gadoid fishing with longlines in the Northern Atlantic.

Melindy (1993) a observé que les pêcheurs adaptent leurs comportements en fonction de la ressource. Ils immergent les filets plus longtemps à mesure que la saison avance. Par contre, les captures sont quand même inversement corrélées au temps d'immersion.
Il est reconnu aussi que les courtes périodes d'immersion pour la pêche au gadidé avec la palangre ont toujours été la norme dans l'Atlantique Nord.

Soak time is thus dynamic and an integral part of fishing strategy.

Le temps d'immersion est donc dynamique et fait partie de la stratégie de pêche.

CONCLUSION

CONCLUSION

In light of the information available, and despite

À la lumière des informations disponibles, les

the different methods used to assess the effect of soak time, it could not be correlated with CPUE for the fishing activities covered. Consequently, soak time does not appear to have a decisive effect on the CPUE.

In the literature, studies based on analyses of data series from which certain data were removed applied very different cut-off points. All the data could be retained, given that extreme values could just as easily represent local peculiarities as aberrant values. It is therefore not a good idea to select, correct or standardize data relative to soak time for gillnet or longline fishing activities conducted under the Sentinel Fisheries Program targeting Northern Gulf of St Lawrence cod.

Notes:

1. *Observations for 1994 are not included because they are too fragmentary (a few areas in November and December only).*
2. *In certain years, adjustments to fishing effort under the Sentinel Fisheries Program have affected the number of sites.*
3. *Given that the sectors to the west of La Tabatière have been sampled only since 1998, the analyses do not include the observations from there.*
4. *Windstan is a program developed by Pierre Gagnon.*

différentes méthodes utilisées pour évaluer l'effet du temps d'immersion n'ont pas permis de le corréler aux PUE sur ces pêches. Ainsi, cette variable ne semble pas être déterminante dans le calcul de la PUE.

Dans la littérature, les études dont les analyses portent sur des séries auxquelles certaines données ont été éliminées, ont appliqué des valeurs limites assez différentes pour des cas semblables. L'ensemble des données pourrait donc être conservé, considérant que les valeurs extrêmes peuvent représenter autant des spécificités locales que des valeurs aberrantes. Il n'est donc pas souhaitable de sélectionner, de corriger ou de normaliser les données pour le temps d'immersion pour les activités de pêche aux filets maillants et à la palangre du programme Pêches Sentinelles pour la morue du nord du golfe Saint-Laurent.

Notes :

1. *Les données de 1994 ne sont pas incluses parce qu'elles sont trop fragmentaires (quelques zones en novembre et décembre seulement)*
2. *Certaines années, des ajustements de l'effort de pêche au programme Pêches Sentinelles ont fait varier le nombre de sites.*
3. *Étant donné que les secteurs à l'ouest de la région de La Tabatière ne sont couverts que depuis 1998 seulement, les analyses ne couvrent pas ces secteurs.*
4. *Windstan est un programme mis au point par Pierre Gagnon.*

ACKNOWLEDGEMENTS

Special thank for the assistance in review this document to François Grégoire and Réjean Dufour and to all participants of Sentinel and Index fishery

REMERCIEMENTS

De très chaleureux remerciements sont exprimés pour la révision du texte à François Grégoire et Réjean Dufour ainsi qu'à toutes les personnes qui ont participé aux programmes mentionnés.

***References* / Références**

Austin, C.B. 1977. Incorporating soak time into measurement of fishing effort in trap fisheries. Fishery Bulletin 75 :213-218.

Frechet, A.; Schwab, P. 1998. Evaluation de la morue du nord du Golfe du Saint Laurent (3Pn,4RS) en 1997. Secretariat canadien pour l'evaluation des stocks document de recherche; 98/127 57 p.

Gavaris, S. 1980. Use of a multiplicative model to estimate catch rate and effort from commercial data. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37 :2272-2275.

Hansen, J.H., R.G. Schorfhaar et J.H. Selgeby. 1998. Gill-net saturation by lake trout in Michigan waters of Lake Superior. North American Journal of Fisheries Management 18 :847-853.

Kenchington T.J. and R.G. Halliday. 1994. A survey of fishing pratices in the Scotia Fundy region groundfish longline fisheries. Bedford Institute of Oceanography. Canadian manuscript report of fisheries and aquatic sciences; 2225 DFO.

Lokkeborg Svein, Pina Teresa. 1996. Effects of setting time , setting direction and soak time on longlines catch rates . ICES. C.M. 1996 /B :34 18 p.

Melindy, S., Flight, J. 1993. Development of a deep water turbot fishery by inshore gillnetters, 1992. Canada/Newfoundland Inshore Fisheries Development Agreement, Underutilized Species Program St. John's, Nfld. : The Program. DFO. 30 p.

Rivard, Denis. chairperson. 1999 Proceedings of the cod zonal assessment process, Rimouski. Quebec 1-2 March 1999. DFO Stock assessement process 99/05 140 p.

Sigler, Michael F. 1993. Stock assessement and management of sablefish *Anoplopoma fimbria* in the Gulf of Alaska.Thèse de doctorat, Université de Washington. 184 p.

Treschev, A.I. 1970. Fishing unit measures - VNIRO, Moscow, USSR. ICNAF. 8 p.

Ryan, T.P.,1997. Modern Regression Methods. Wiley series in probability and statistics, New York, 515p.

Zhou, S. et T.C. Shirley 1997. Amodel expressing the relationship between catch and soak time for trap fisheries. North American Journal of Fisheries Management 17 :482-487.

Table 1. *Frequency of fishing activities by soak time category using gillnet and longline from Repère program (1990-1993) and Sentinel programm (1995-1999).*

Tableau 1. Fréquence des activités de pêche par catégorie de temps d'immersion pour le filet maillant et la palangre. pour le programme Pêcheurs Repères (1990-1993) et Pêches Sentinelles (1995-1999).

Gillnet / Filet maillant			soak time (hours) / temps d'immersion (heures)									total
			< 7	7-12	13-18	19-24	25-30	31-36	37-42	43-48	48+	
Repere fishermen Pêcheurs repère	1990	N	4	12	7	270	4	2	0	3	207	509
		%	0.8	2.4	1.4	**53.0**	0.8	0.4	0.0	0.6	40.7	
	1991	N	20	4	9	255	0	1	9	1	232	531
		%	3.8	0.8	1.7	**48.0**	0.0	0.2	1.7	0.2	43.7	
	1992	N	1	10	3	135	4	1	3	0	75	232
		%	0.4	4.3	1.3	**58.2**	1.7	0.4	1.3	0.0	32.3	
	1993	N	0	6	0	50	0	0	0	0	61	117
		%	0.0	5.1	0.0	**42.7**	0.0	0.0	0.0	0.0	52.1	
	total	N	25	32	19	710	8	4	12	4	575	1389
		%	1.8	2.3	1.4	51.1	0.6	0.3	0.9	0.3	41.4	
Sentinel fishery Pêche sentinelle	1995	N	9	35	93	530	40	11	7	27	55	807
		%	1.1	4.3	11.5	**65.7**	5.0	1.4	0.9	3.3	6.8	
	1996	N	15	32	128	628	23	14	15	17	89	961
		%	1.6	3.3	13.3	**65.3**	2.4	1.5	1.6	1.8	9.3	
	1997	N	2	36	129	684	23	11	9	10	59	963
		%	0.2	3.7	13.4	**71.0**	2.4	1.1	0.9	1.0	6.1	
	1998	N	3	36	95	763	34	11	22	8	124	1096
		%	0.3	3.3	8.7	**69.6**	3.1	1.0	2.0	0.7	11.3	
	1999		3	88	107	898	24	11	18	12	84	1245
			0.2	7.1	8.6	**72.1**	1.9	0.9	1.4	1.0	6.7	
	total	N	32	227	552	3503	144	58	71	74	411	5072
		%	0.6	4.5	10.9	**69.1**	2.8	1.1	1.4	1.5	8.1	
Total		N	57	259	571	4213	152	62	83	78	986	6461
		%	0.9	4.0	8.8	**65.2**	2.4	1.0	1.3	1.2	15.3	

Palangre / *Longline*			soak time (hours) / temps d'immersion (heures)							
			< 4	4-8	9-13	14-18	19-23	24-28	29+	total
Repere fishermen Pêcheurs repère	1990	N	4	12	15	0	0	0	0	31
		%	12.9	38.7	**48.4**	0.0	0.0	0.0	0.0	
	1991	N	0	1	16	3	14	13	6	53
		%	0.0	1.9	30.2	5.7	26.4	24.5	11.3	
	1992	N	0	17	25	0	0	1	2	45
		%	0.0	37.8	55.5	0.0	0.0	2.2	4.4	
	1993	N	3	10	19	0	0	23	13	68
		%	4.4	14.7	27.9	0.0	0.0	33.8	19.1	
	total	N	7	40	75	3	14	37	21	197
		%	3.6	20.3	38.1	1.5	7.1	18.8	10.7	
Sentinel fishery Pêche sentinelle	1995	N	59	634	24	31	25	26	10	809
		%	7.3	**78.4**	3.0	3.8	3.1	3.2	1.2	
	1996	N	62	406	71	56	46	93	31	765
		%	8.1	**53.1**	9.3	7.3	6.0	12.2	4.1	
	1997	N	58	327	61	31	39	86	20	622
		%	9.3	**52.6**	9.8	5.0	6.3	13.8	3.2	
	1998	N	31	314	27	20	32	52	10	487
		%	6.8	**64.5**	5.5	4.1	6.6	10.7	2.1	
	1999		35	260	53	9	9	28	11	405
			8.6	**64.2**	13.1	2.2	2.2	6.9	2.7	
	total	N	246	1941	236	147	151	285	82	3088
		%	8.0	**62.9**	7.6	4.8	4.9	9.2	2.7	
Total		N	253	1981	311	150	165	322	103	3285
		%	7.7	**60.3**	9.5	4.6	5.0	9.8	3.1	

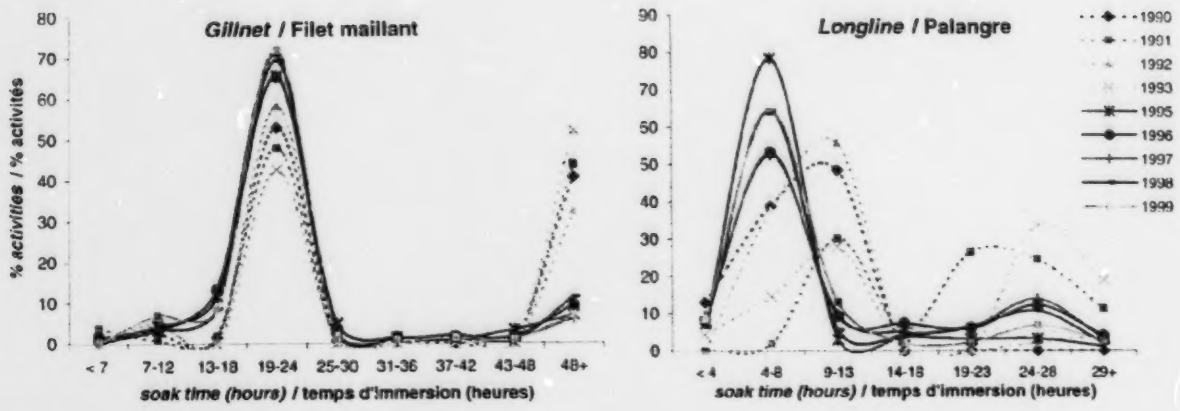


Figure 1. Fishing activities by soak time category for the Repere program (dotted Line) and .Sentinel program series (full lines) series for gillnet and longline

Figure 1. Activités de pêche par catégorie de temps d'immersion pour le programme Pêcheurs Repères (trait pointillé) et le programme Pêches Sentinelles (trait plein), pour le filet maillant et la palangre

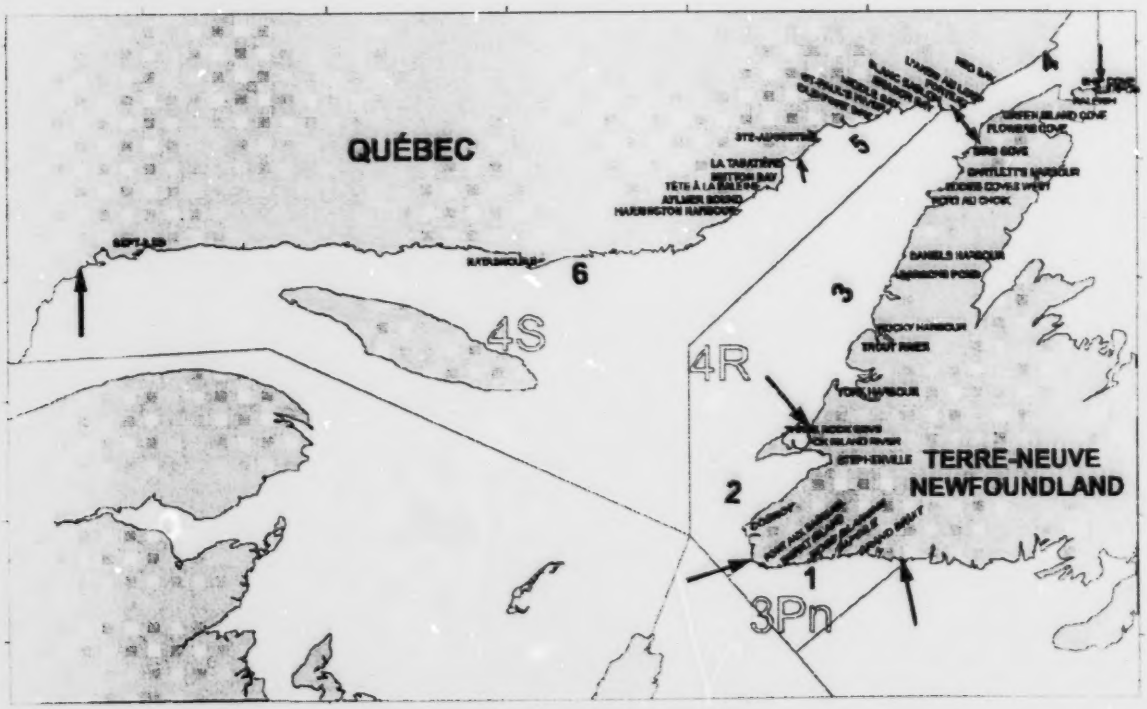


Figure 2. Map of the six zones for the Sentinel program

Figure 2. Carte des six zones du programme Pêches Sentinelles

Gillnet / Filet Maillant

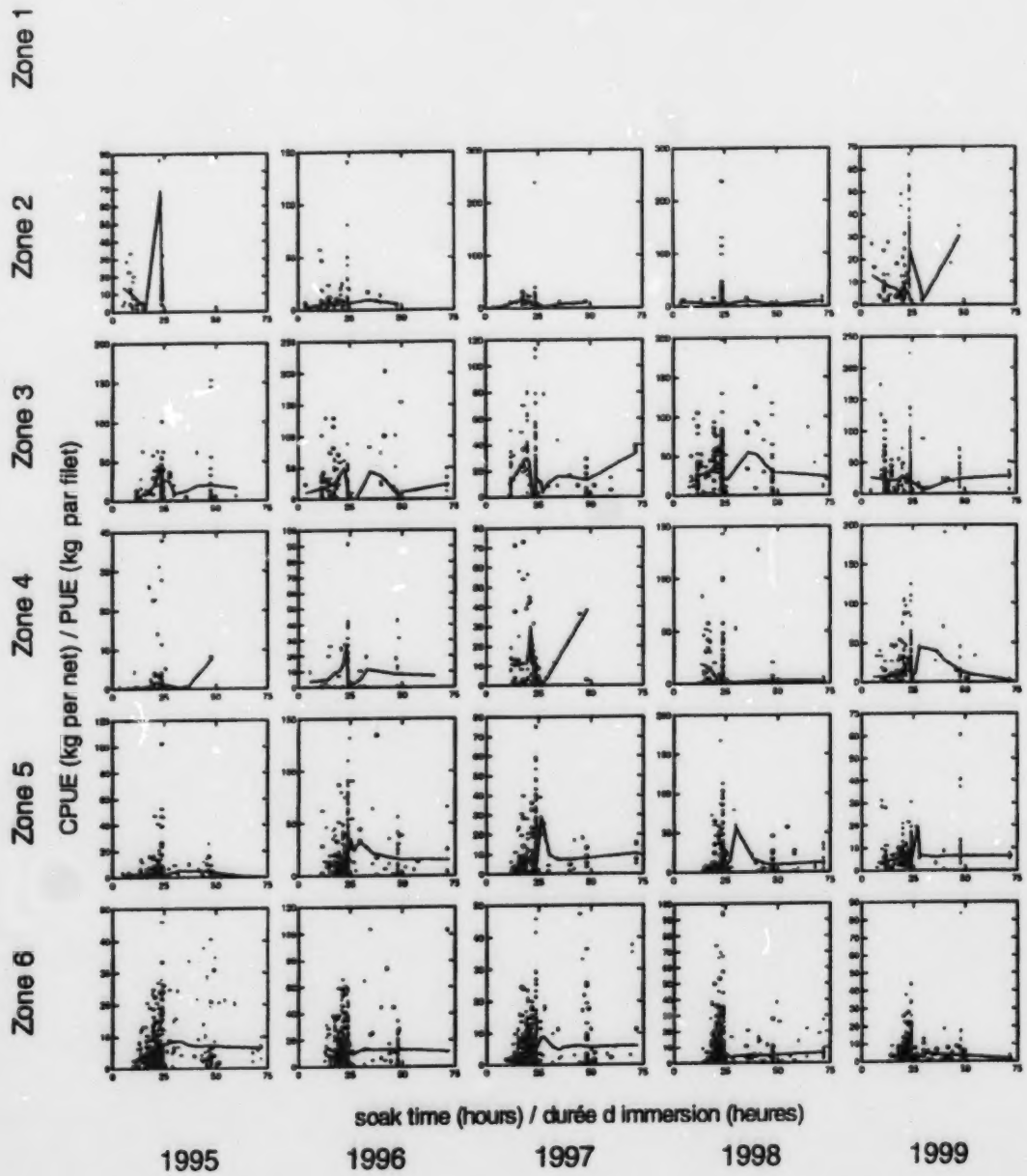


Figure 3. Gillnet CPUE for Sentinel Fisheries by zone and year
Figure 3. PUE des filets maillants pour les Pêches Sentinelles par zone et année

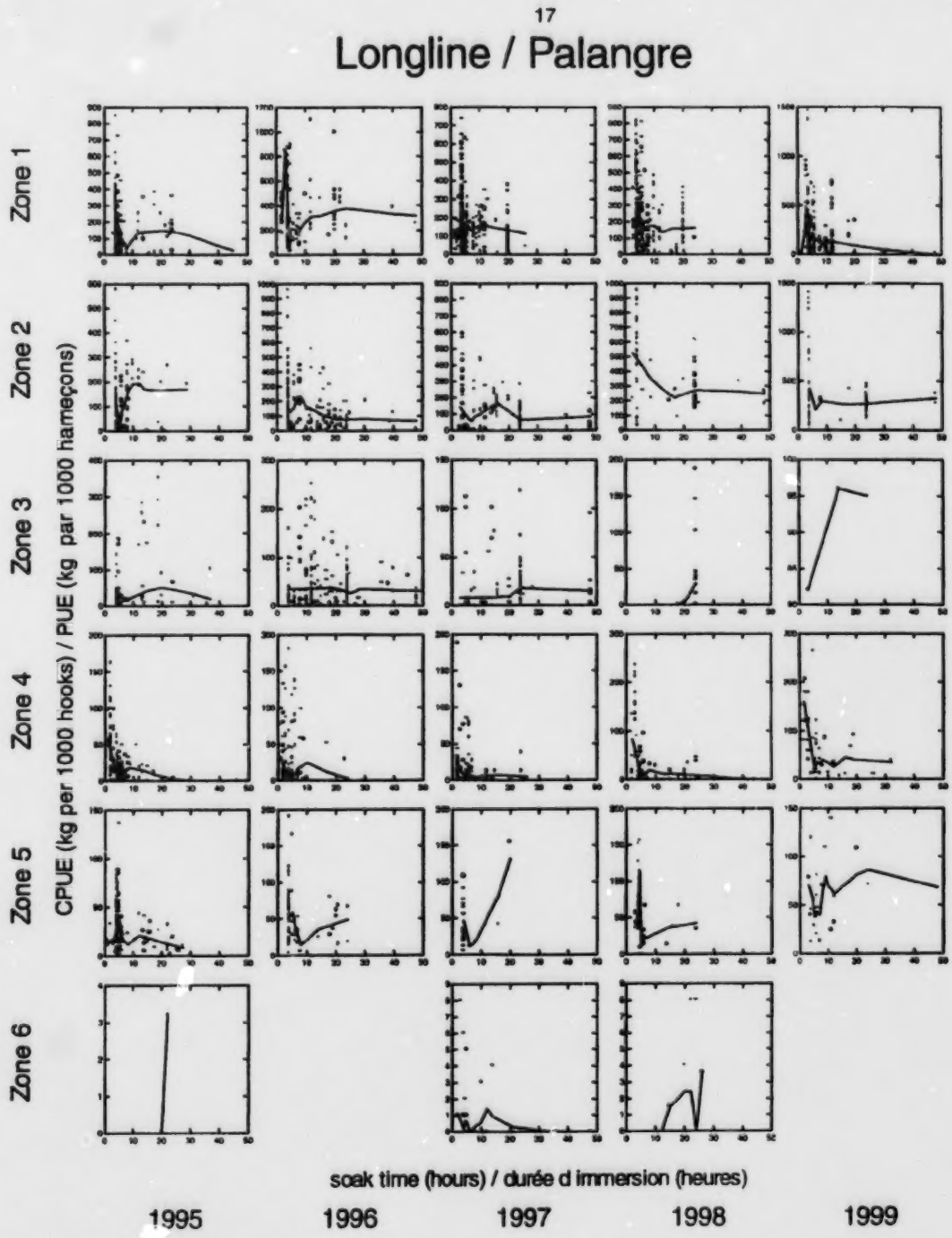


Figure 4. Longline CPUE for Sentinel Fisheries by zone and year
Figure 4. PUE de la palangre pour les Pêches Sentinelles par zone et année

1995- 1999 Gillnet / Filet Maillant

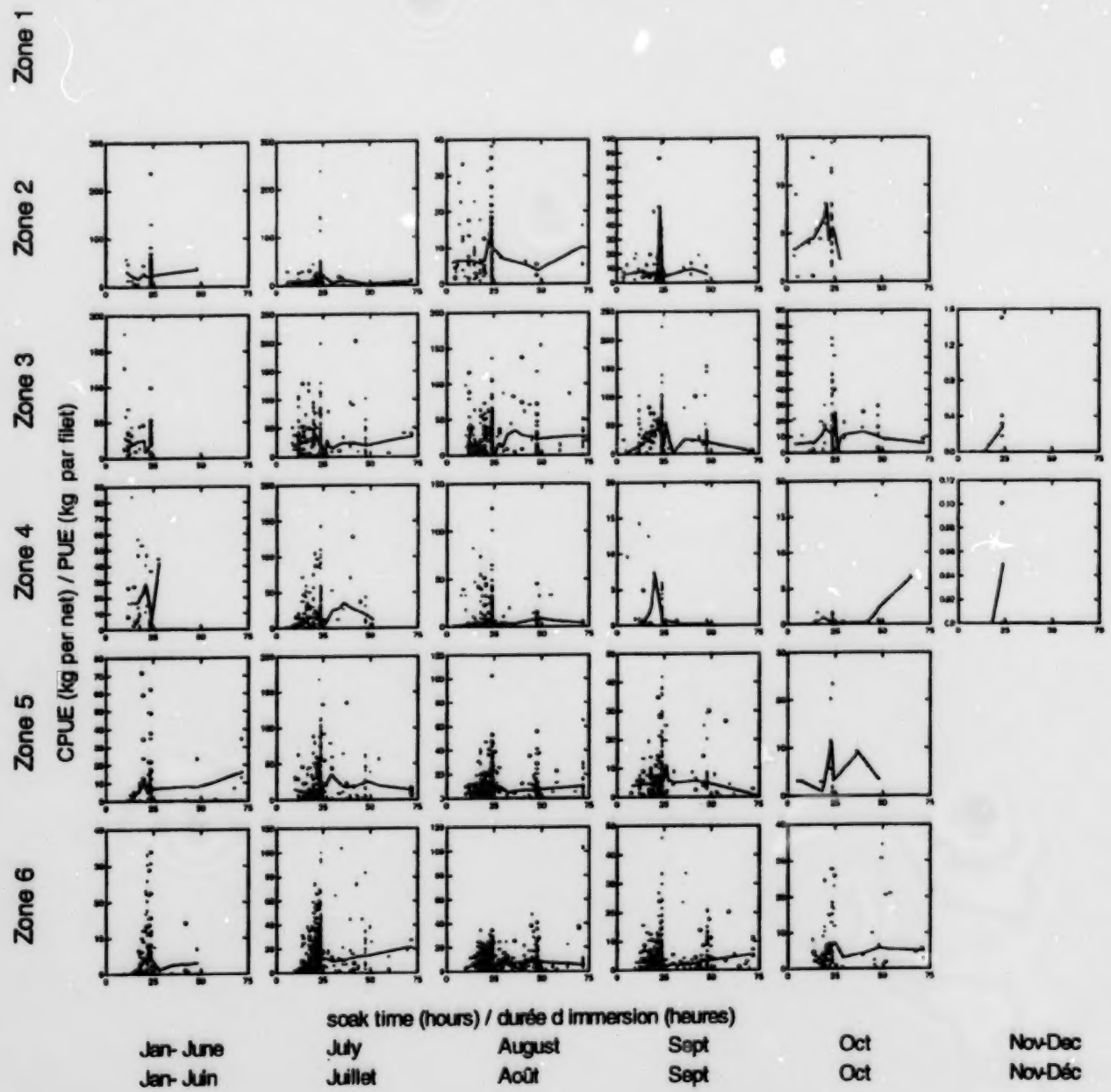


Figure 5. Gillnet CPUE for Sentinel Fisheries by zone and month
Figure 5. PUE des filets maillants pour les Pêches Sentinelles par zone et mois

1995- 1999 Longline / Palangre

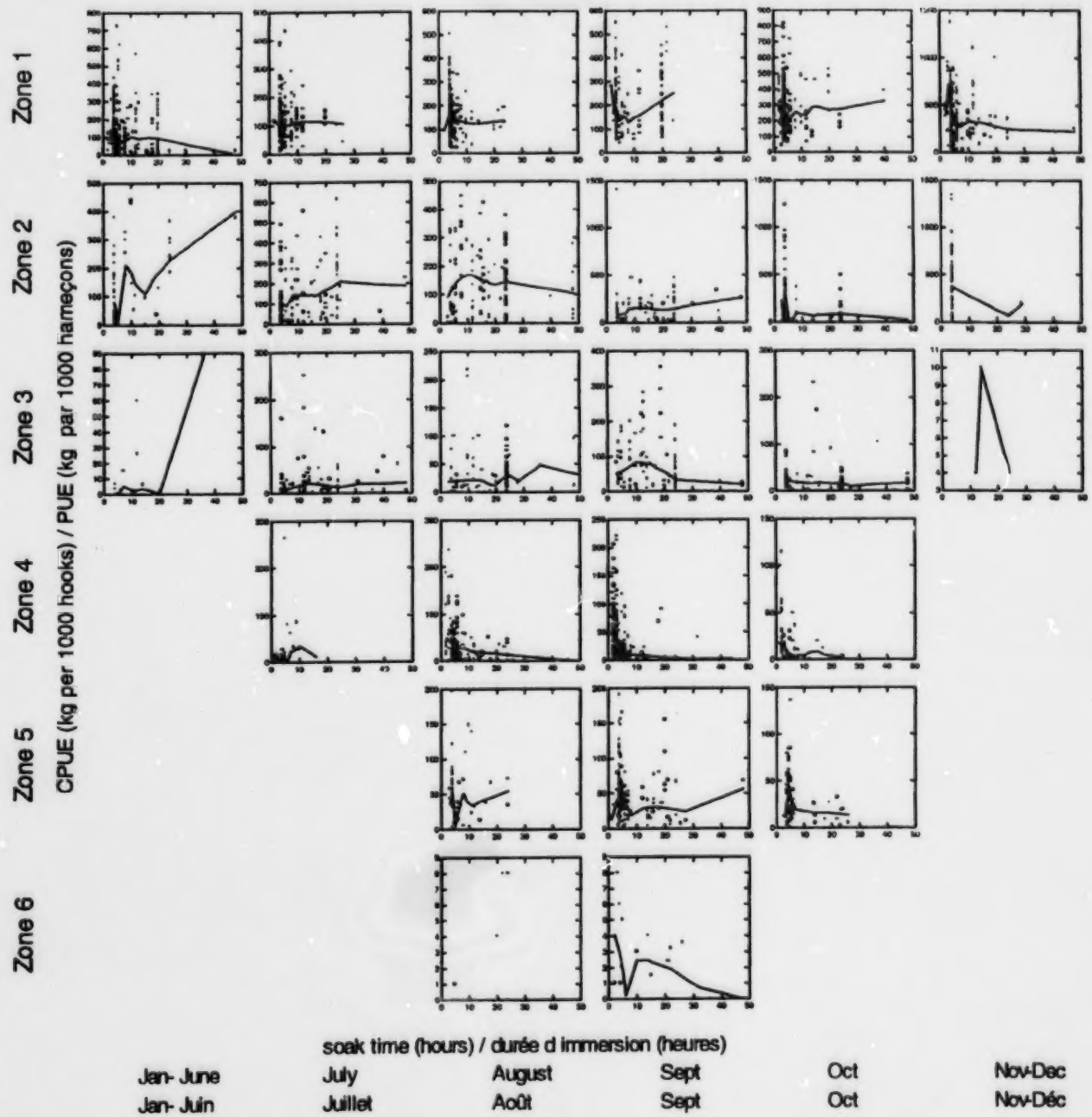


Figure 6. Longline CPUE for Sentinel Fisheries by zone and month
Figure 6. PUE de la palangre pour les Pêches Sentinelles par zone et mois

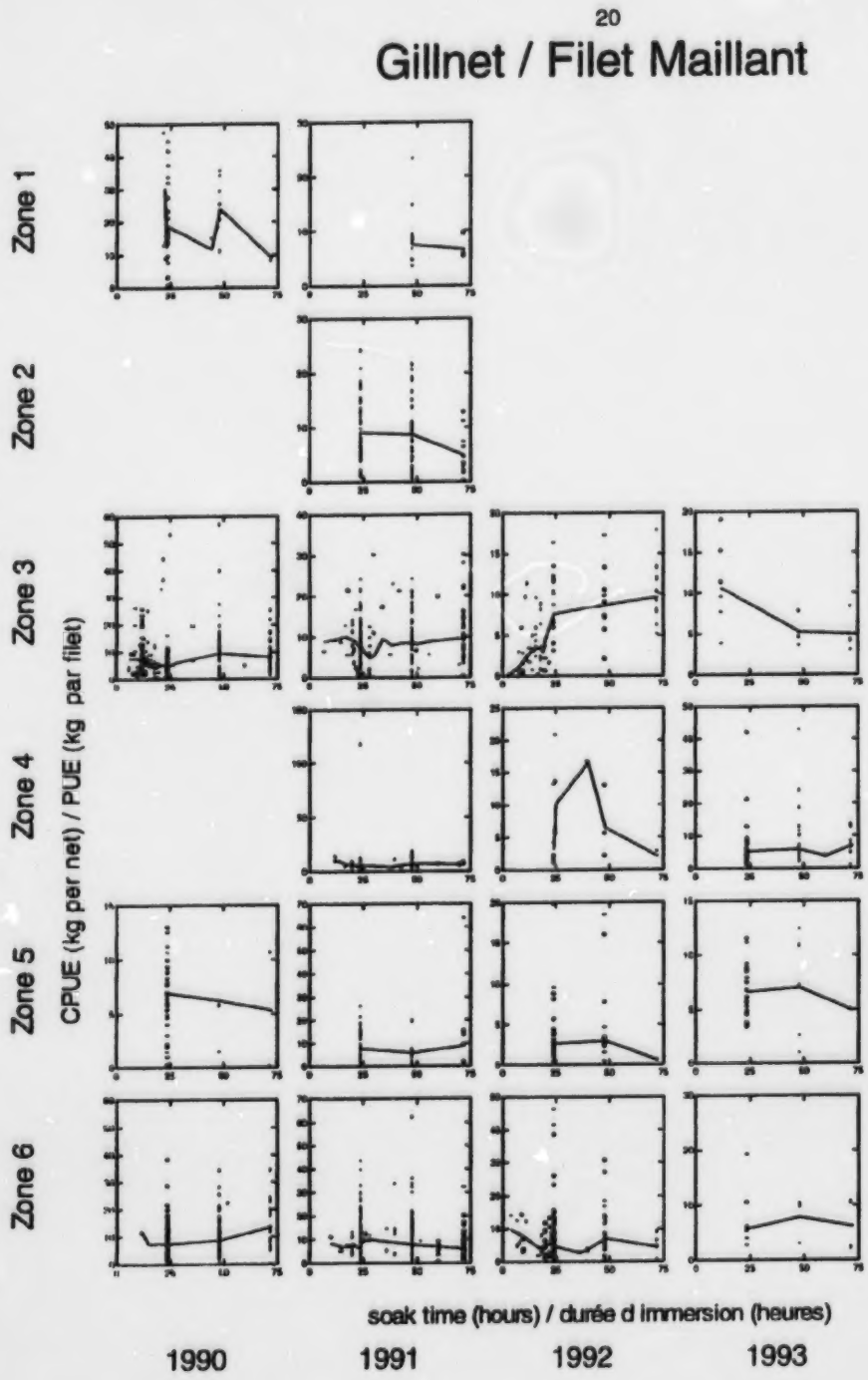


Figure 7. Gillnet CPUE for Repere program by zone and year
Figure 7. PUE des filets maillants pour les Pêcheurs Repères par zone et année

Longline / Palangre

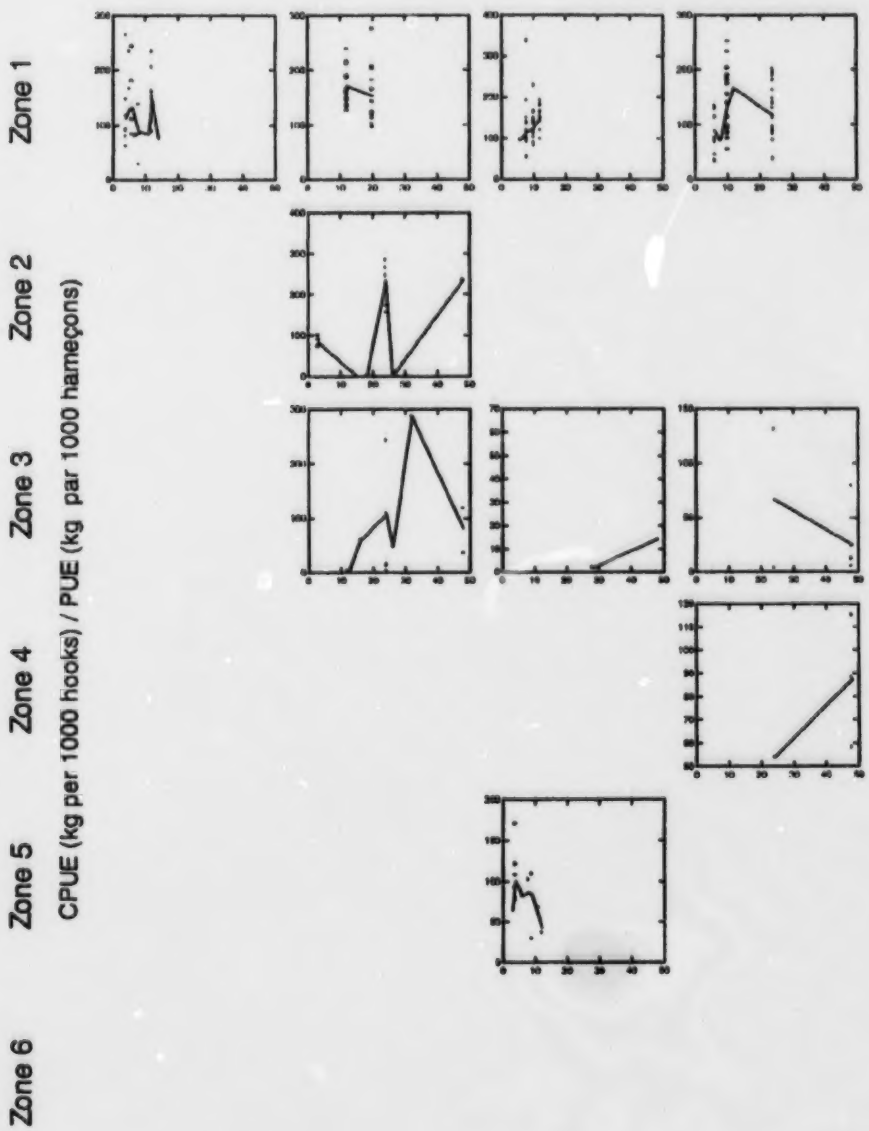


Figure 8. Longline CPUE for Repere program by zone and year
Figure 8. PUE de la palangre pour les Pêcheurs Repères par zone et année

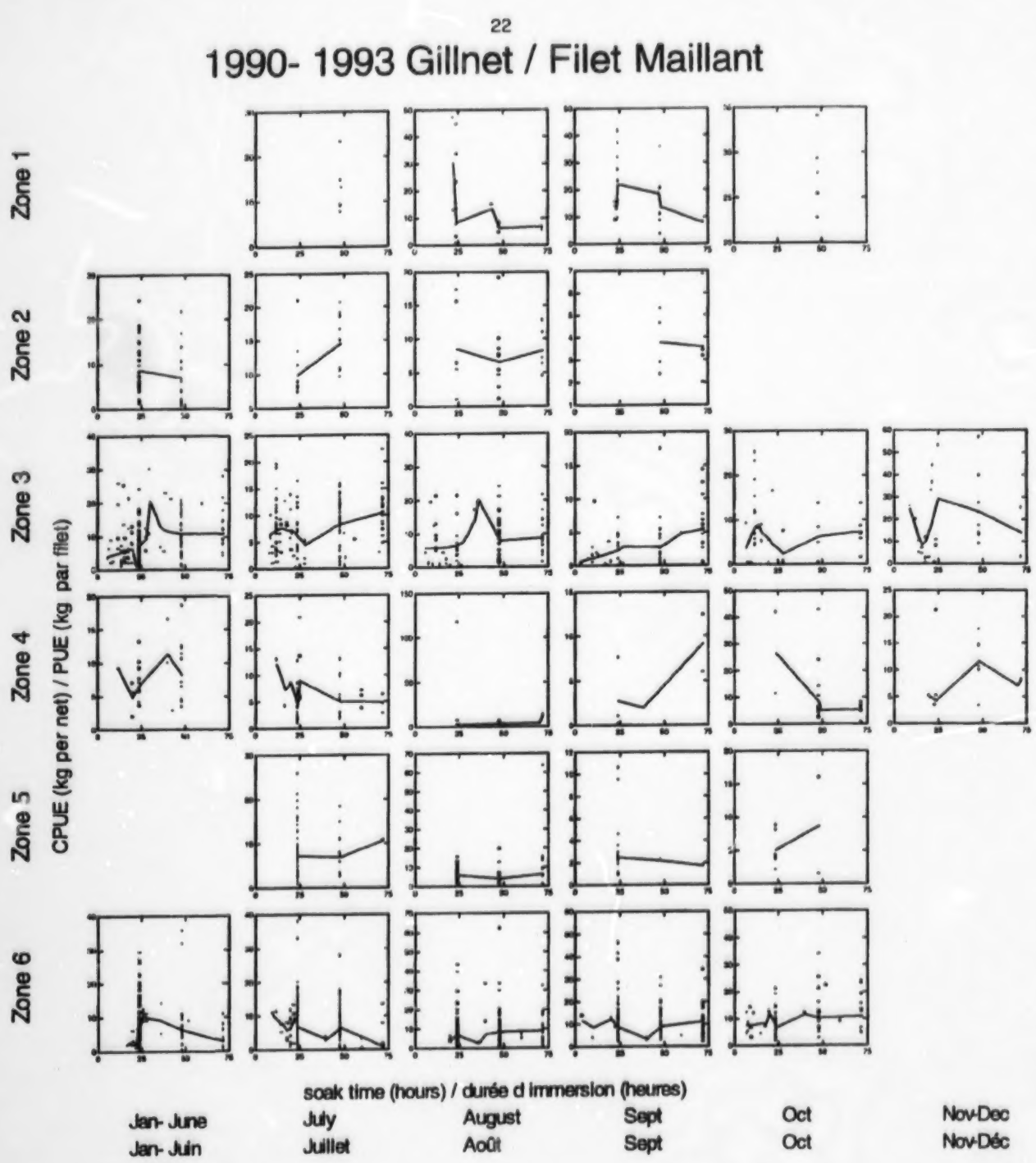


Figure 9. Gillnet CPUE for Repere program by zone and month
Figure 9. PUE des filets maillants pour les Pêchurs Repères par zone et mois

1990- 1993 Longline / Palangre

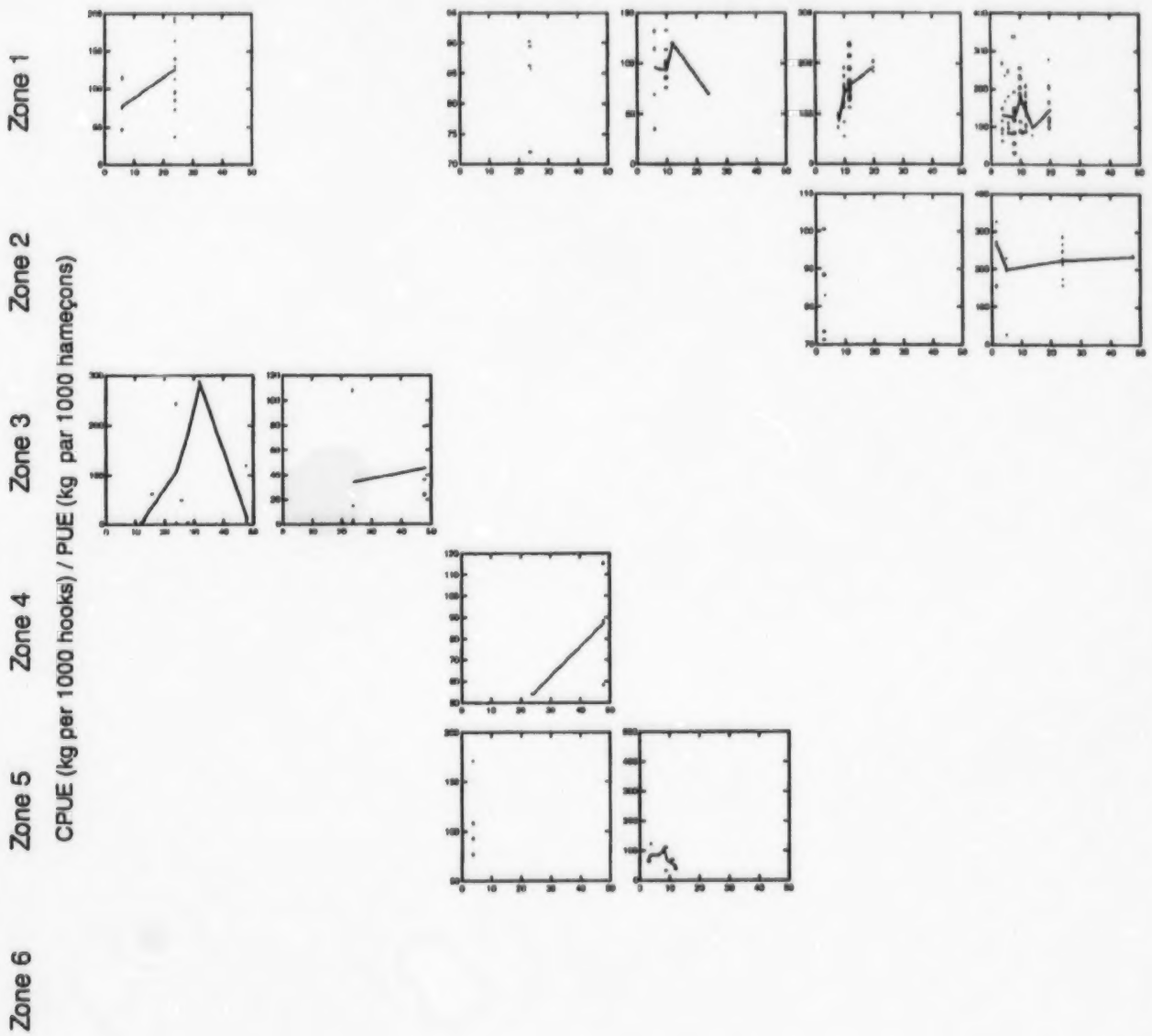


Figure 10. Longline CPUE for Repere program by zone and month
Figure 10. PUE de la palangre pour les Pêcheurs Repères par zone et mois

Gillnet / Filet Maillant

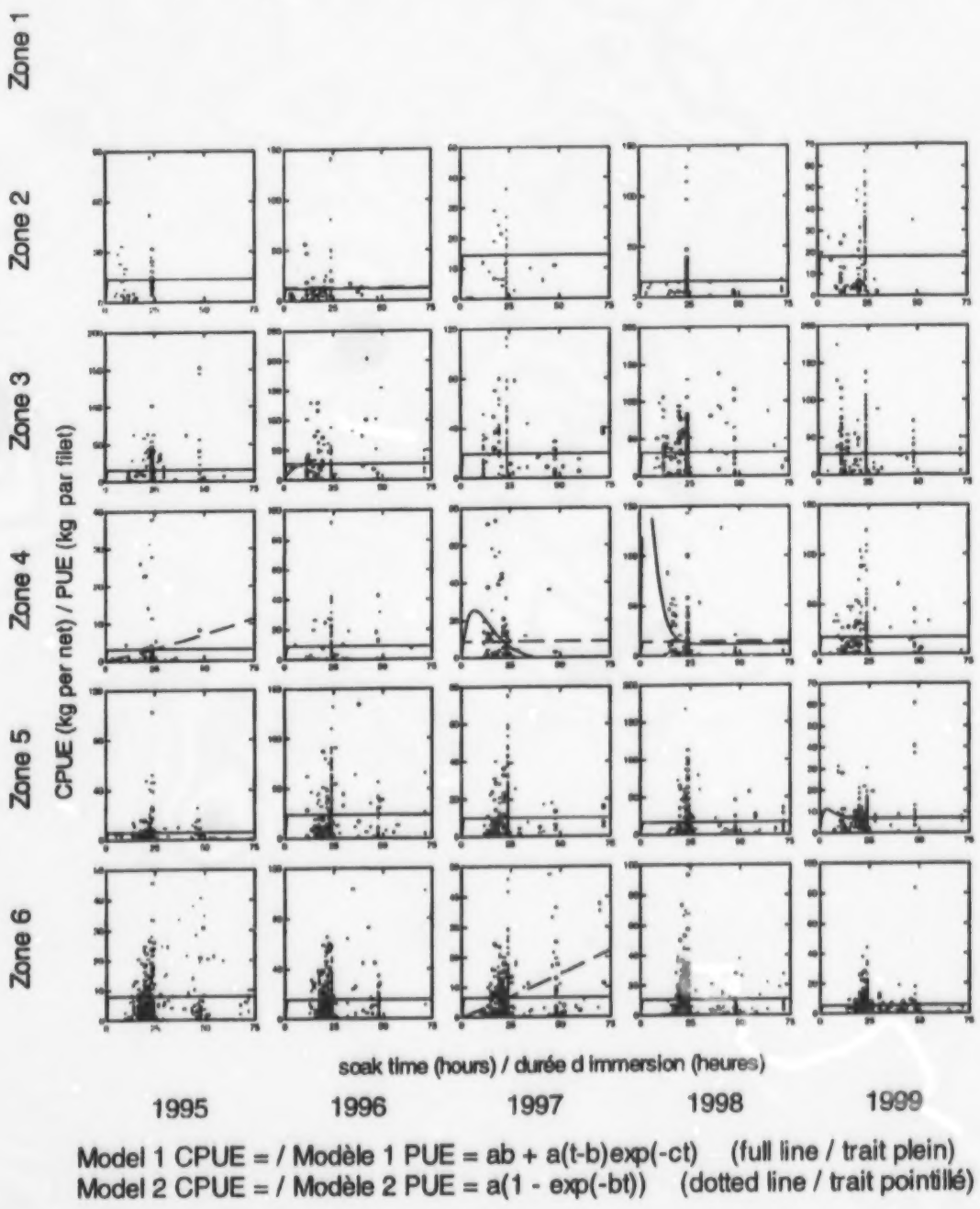
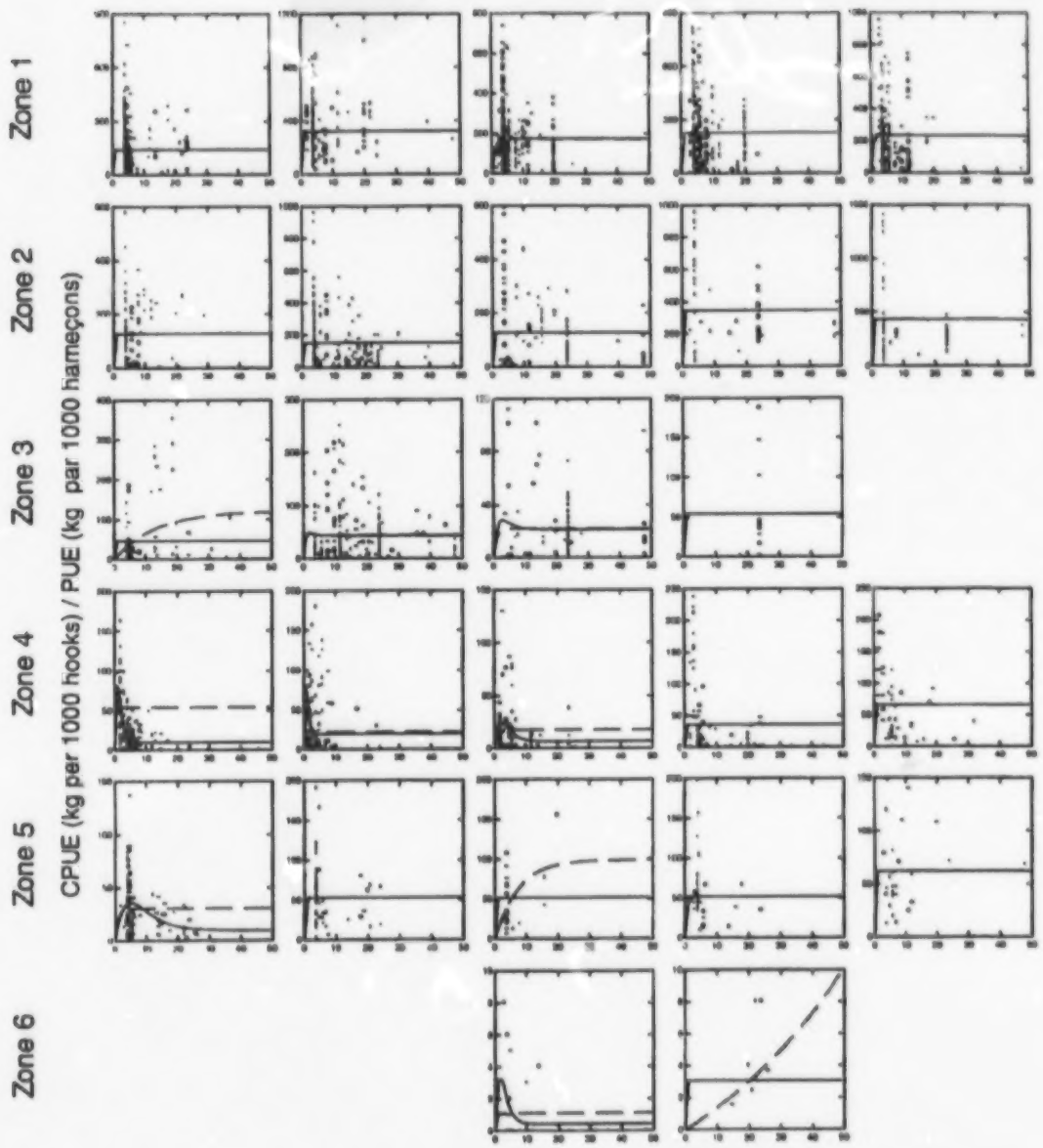


Figure 11. Gillnet CPUE for Sentinel Fisheries by zone and year with two non-linear regression models

Figure 11. PUE des filets maillants pour les Pêches Sentinelles par zone et année incluant les deux modèles de regression non linéaire

Longline / Palangre



Model 1 CPUE = / Modèle 1 PUE = ab + a(t-b)exp(-ct) (full line / trait plein)
Model 2 CPUE = / Modèle 2 PUE = a(1 - exp(-bt)) (dotted line / trait pointillé)

Figure 12. Longline CPUE for Sentinel Fisheries by zone and year with two non-linear regression models.

Figure 12. PUE de la palangre pour les Pêches Sentinelles par zone et année incluant les deux modèles de regression non linéaire.

1995- 1999 Gillnet / Filet Maillant

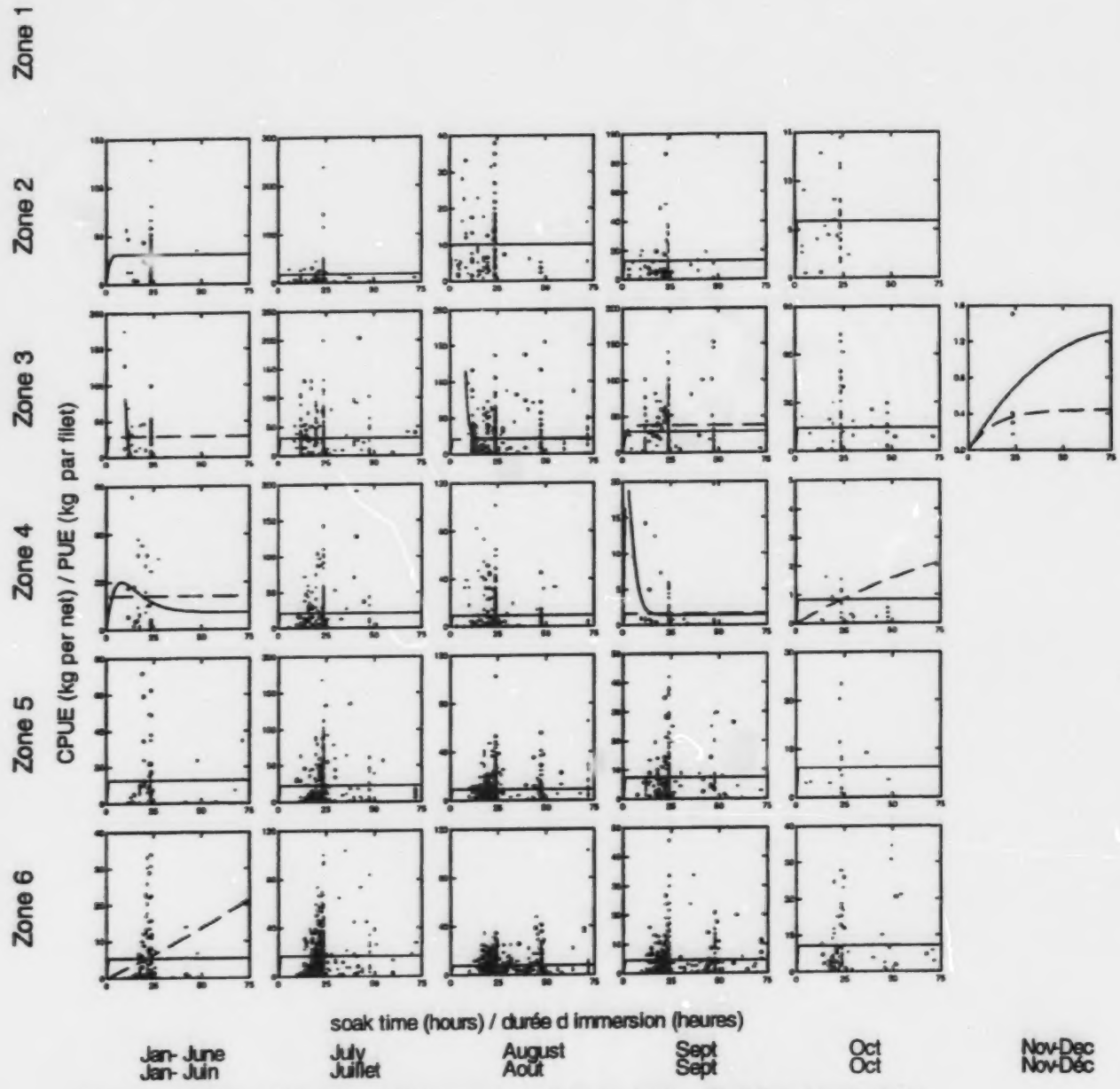
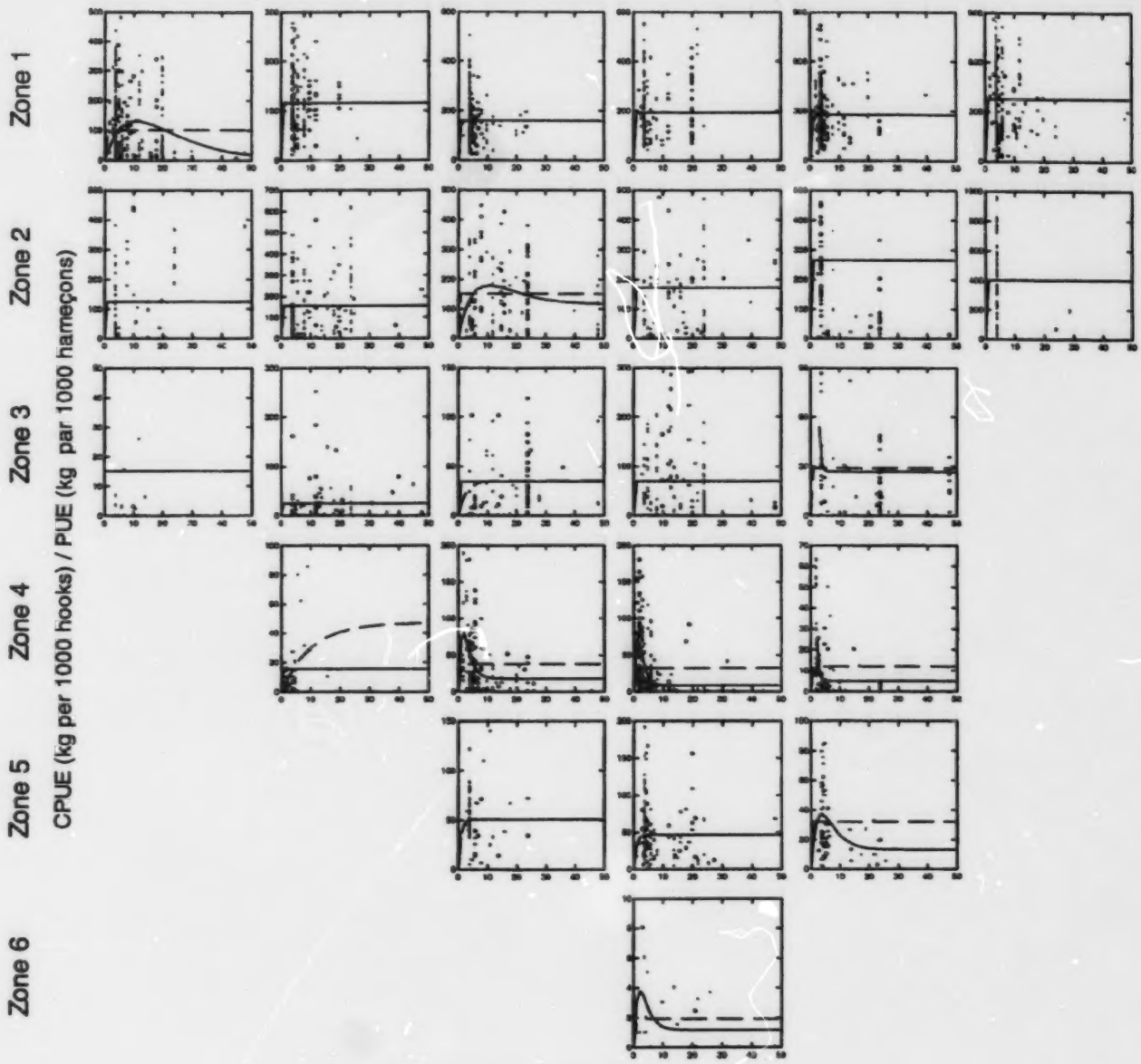


Figure 13. Gillnet CPUE for Sentinel Fisheries by zone and month with two non-linear regression models.

Figure 13. PUE des filets maillants pour les Pêches Sentinelles par zone et mois incluant les deux modèles de regression non linéaire

1995- 1999 Longline / Palangre



Model 1 CPUE = / Modèle 1 PUE = ab + a(t-b)exp(-ct) (full line / trait plein)
Model 2 CPUE = / Modèle 2 PUE = a(1 - exp(-bt)) (dotted line / trait pointillé)

Figure 14. Longline CPUE for Sentinel Fisheries by zone and month with two non-linear regression models.

Figure 14. PUE de la palangre pour les Pêches Sentinelles par zone et mois incluant les deux modèles de regression non linéaire

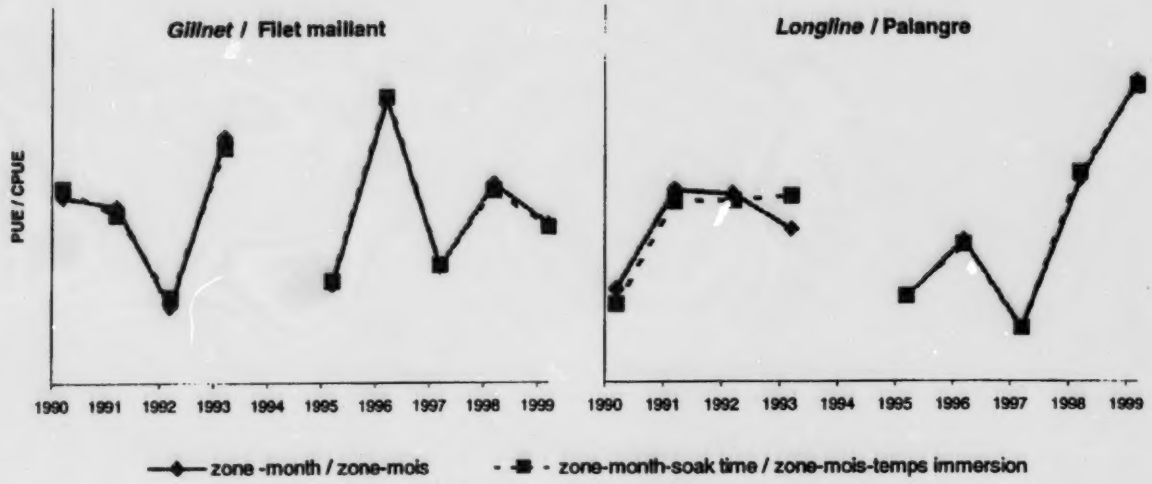


Figure 15. Comparison of two standardized series of CPUE with zone and month (solid line) and zone, month and soak time (dotted line) as factor, for Repere program (1990-1993) and Sentinel fisheries 1995-1999).

Figure 15. Comparaison de deux séries de PUE standardisées avec comme facteur la zone et le mois (trait plein), puis avec la zone, le mois et le temps d'immersion (trait pointillé) provenant du programme Pêcheurs Repères (1990 -1993) et Pêches Sentinelles (1995-1999).

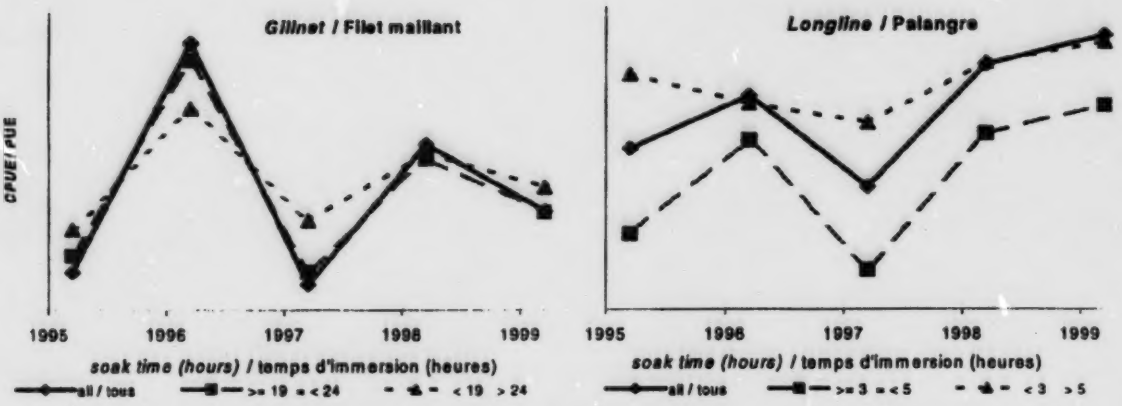


Figure 16. *Comparison of standardized CPUE for Sentinel fisheries activities that follow protocol . . (square) or not (triangle) for soak time*

Figure 16. Comparaison des PUE standardisées pour les activités de Pêche Sentinelle qui .. respectent le protocole (carré) ou non (triangle) pour le temps d'immersion.